バイポーラ・トランジスタの使いかたを考える（16）

電源トランスの実状と正しい使いかた

石塚　峻

定電流回路を作りました．真空管のヒータ点火用です．齊木康順氏作のEL-34 PP用　に1.5 Aが2つと，6188用の0.3 Aがひとつです．バイポーラ・トランジスタの使いかたと何の関係があるのかと訊かれそうですが，使う素子はバイポーラ・トランジスタであり，バイポーラ・トランジスタらしく使うことが必要となるのです．使いかた次第でバイポーラ・トランジスタは音が変わるのです．

まず整流電源を考える

まず，整流電源のつくりかたで音は決まってしまいます．そのためか，“音のよいダイオード”に始まって，“音がよい平滑コンデンサ”があり，チョーク・インプットがよいとされたり，それが否定されたり，と現象論だけで論じられてきました．しかしながら，“音のよい電源トランス”だけはなぜか登場していません．その代わりトランスの前に入れる“音をよくするノイズ・カット・トランジスタ”や“音をよくするACジェネレータ”が登場しました．

しかし，音のよいファスト・リカバリー型や，さらに高速というショットキ・バリア型を私は評価していません．どちらも妙な音色がくっつきます．ショットキ・ダイオードはさらに強烈です．

音のよい平滑用電解コンデンサのうち，妙な小細工を施したある製品は大騒ぎしたわりにはすでに消えてしまいました．故大春五郎氏が特註したニチコンのあるものは，私自身も聴いて“よい”と思ったものです．しかしながら，使いかたによっては安物コンデンサでも十分使えるとわかってきました．これについては後述します．

チョーク・コイルは使う必要がありません．ほとんどが“鉄くさい”音になります．どうしても使いたい人は，磁束密度を半減させるべきです．どうするかといえば，定格電流の半分で使うのです．150 mAで10 Hが欲しければ，10 H 300 mAのものが必要なのだということです．鉄くささは半減以下になります．

前置トランスやACジェネレータを追加するくらいならば，電源トランスを考えてもいいと思うものですが，どうでもいい“工夫”というものがなされる割には，本質の部分がおろそかにされてきたと断定してしまいましょう．

念のため申し上げておきますが，電池やスイッチング・レギュレータは単純な整流電源回路に及びません．さらに強く申し上げますが，整流電源で生じた“音”を定電圧回路で一変させることはできません．

いくら回路を変えても，“音をよくするシリーズ・レギュレータ”は，少なくとも私には作れませんでした．シャント・レギュレータはシリーズ・レギュレータほどには音を悪くしませんが，これとて音をよくすることはありません．

それを私が好んで使った理由はひとつ，半波整流のリップルが限度を越えて大きかったのと，抵抗インプットの負荷抵抗が決まっている，つまり，負荷電流を一定にする必要があったからです．

両波整流は全波整流に劣る

ダイオード・ブリッジを用いる全波整流は，センター・タップのついた2次巻線を使った両波整流より音が悪い，と思われています．少なくとも，真空管アンプを作っている人は，ほぼ全員こう考えているはずです．「ブリッジ整流は両波整流に劣り，さらには真空管整流器はもっとよく，最良はWE 274なのだ」と．

かつて，故武末数馬氏は，「性能，信頼性，効率のすべての点で，半導体ダイオードは整流管より圧倒的に優れている．整流管の音がいいという意見に至っては何をかいわんや」と嘆いていました．

そのとおりでした．しかし，こういうには条件があります．センタ

ー・タップと巻線端の抵抗値を揃えること，ダイオードの順方向抵抗を合わせることです．もし4個のブリッジ・ダイオードのそれを揃えたなら，全波整流が両波整流をしのぐのです．半波整流の音のよさはすでに失なわれています．

バランスした全波整流でわかったこと

私がもっぱら半波整流に頼っていたころ，気がついたことがありました．他人さまがいうほどには平滑用電解コンデンサの音質差が気にならなかったのです．とくに，“……ゲート”とか“……ファイン”といった余計なものを加えた小細工コンデンサの音とやらに何のメリットも感じなかったのですが，これら小細工コンデンサはそのうち消えました．どうも半波整流回路ではコンデンサの差が小さくなるのです．

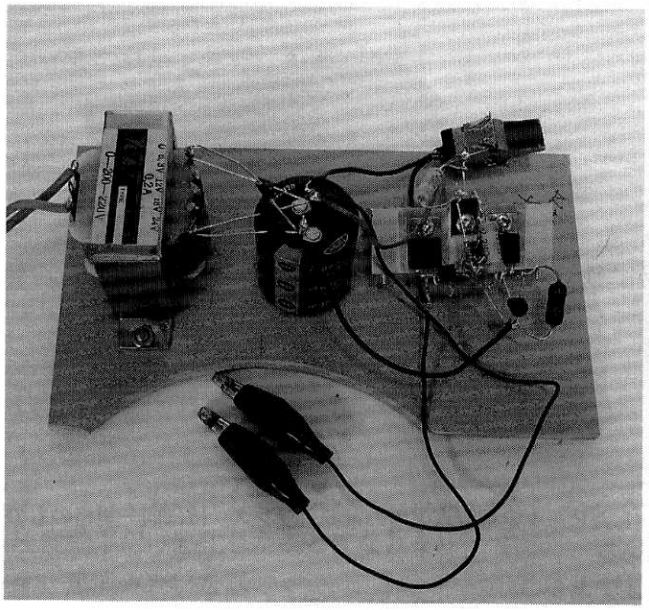
高速を謳ったファスト・リカバリー型やショットキ・バリア型のメリットも聴こえてこないのです．むしろ，妙な音色が加った異和感があったくらいでした．

しかしながら，両波整流や全波整流にすると，リップルは激減するものの，聴いた感じでは半波整流よりも騒々しく低音域が弱々しくなるのです．しかも，ダイオードの銘柄によっても音の出かたがコロコロ変化し，平滑コンデンサの種類でもやはり変化が大きかったのです．

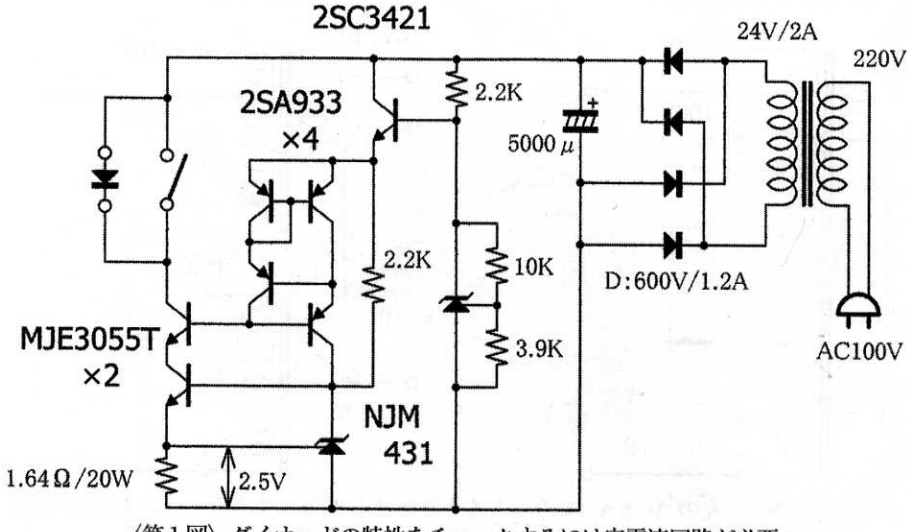
ところが，両波整流回路のアンバランスが小倉氏の計測によって明らかとなり，それならばとセンター・タップを中心とした巻線の直流抵抗値だけを揃え，ダイオードのペアを組んでみると，事情が一変しました．

まず，ダイオードの銘柄の差がまったく聴こえなくなりました．ましてや，ショットキ・バリアのメリットなどどうでもよくなったのです．奇妙な音色だけが残り，無用の長物となりました．

コンデンサについても，大春コンデンサでなくてはならないということもなくなりました．100μFの大春コンデンサが必要な個所ならば，安物であっても4700μFに容量を増加させれば十分に使えるのです．それくらいコンデンサの銘柄による音の違いは圧縮されました．



●ダイオードを選別するために作った試作定電流電源



〈第1図〉ダイオードの特性をチェックするには定電流回路が必要

テスターによるダイオードのペア組みは困難

以前に，テスターのチェッカーでもダイオードのペア組みは可能，といったのですが，撤回します．

相当面倒です．私は，**第1図**の定電流回路によってダイオードに一定の順方向電流を流しておき，ダイオード両端の電圧を観測しています．ダイオードと並列にスイッチがあるのは，通常時にスイッチを閉じて定電流回路を働かせておき，オフした間だけダイオードに順方向電流を流したかったからです．

テスターのダイオード・チェッカーも似たようなことを行っていますが，設定電流が電池の状態によってコロコロと変わっているらしいのです．つまり，同時刻に測らないと測定値そのものが信用できないのです．何とか2本組は揃えられそうですが，ブリッジの4本組は無理のよ

うです.

オーディオ用トランスの“正しい”使いかた

産業用の（HT）トランスというもは，容量どおりに使って55℃以内の温度上昇であれば，JISに適合します．ナベやカマの規格ならこれで十分ですが，オーディオ用途には不十分です．

EL-34 PP用のヒータ定電流回路用には，直流で3Aが必要です．ブリッジ整流なので交流電流は4.24A以上となり，5Aならば大丈夫のはずです．

秋葉原で同一定格のなかでは最も図体の大きな製品を買ってきましたが，案の定直流で3A流すと，1時間後には手で触われなくなりました．ということは，70℃を越えているのです．もっと小さい製品の場合さらに高温になります．

それなら，5Aではなく10Aにすればいいか．そうは問屋がおろしません．磁束密度が高すぎるのです．鉄芯を通る磁束の量＝磁束密度Bは下式で表わされます．

$$B = \frac{E}{A \cdot N \cdot S \cdot f}$$

A：印加電圧の波形率サイン波では4.44，方形波では4　N：1次巻線の巻数　S：鉄芯の断面積（有効）　f：周波数　E：印加電圧（実効値）

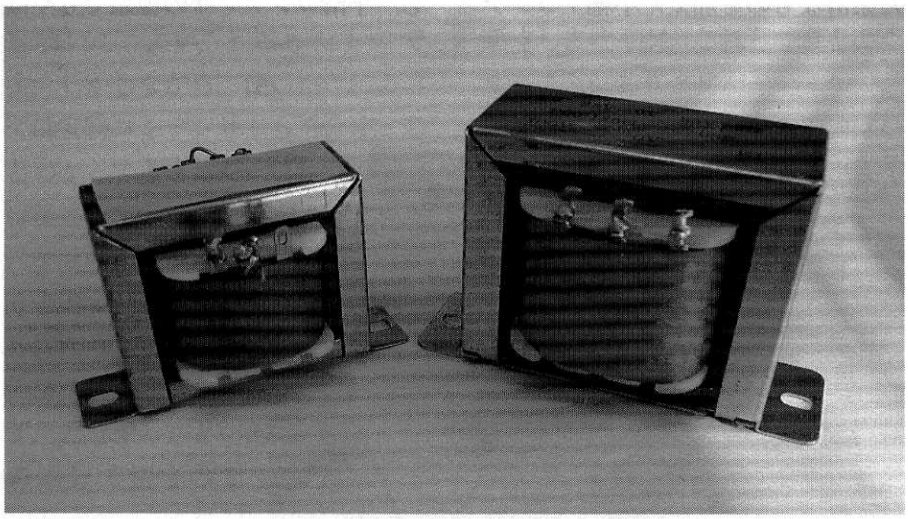
Bを下げるには，巻線数を多くする，鉄芯の断面積を大きくする（コアを大きくするか，コアの積み厚／枚数を増やす），周波数を上げる（つまり関西が有利）ことになります．

巻数を増やすと抵抗が増え，電圧変動率が大きくなり，レギュレーションが悪化します．トランス屋さんの性能評価はレギュレーションのよし悪しだけであり，トランスを大きくするのはコスト高になるとして嫌うのです．コア材の最大磁束密度ギリギリまで磁束密度を大きくとって設計しているのです．

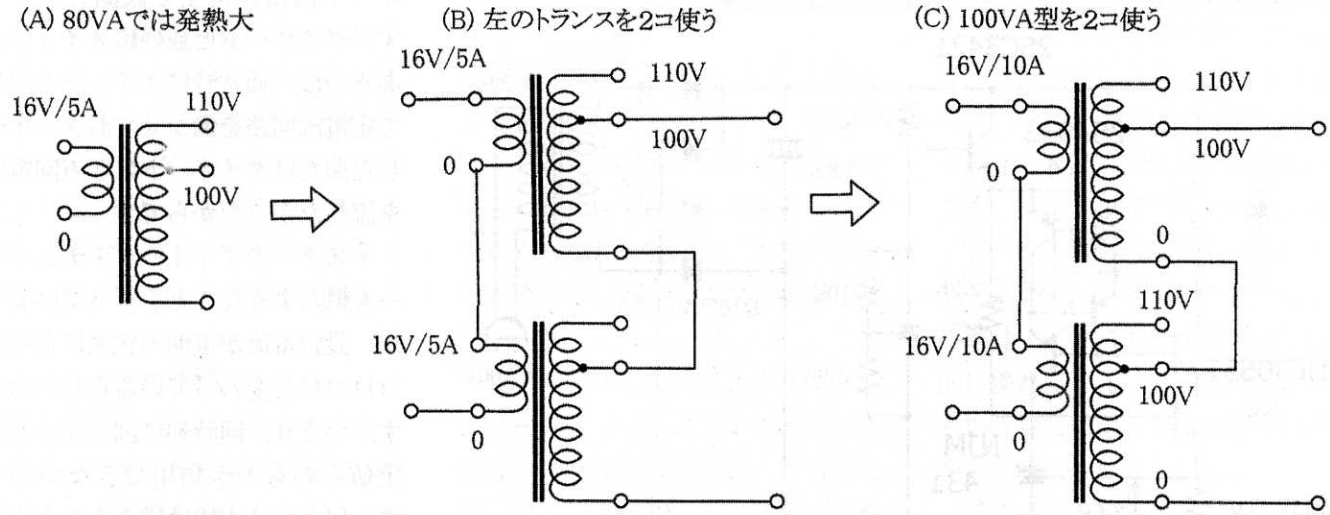
その結果，トランスの励磁電流はとても大きくなります．さらに，スイッチ投入時のラッシュ・カレントが極端に大きくなります．

オリエント・コアを使うのはよいことなのですが，ハイライト・コアより最大磁束密度もまた大きいため，さらに高磁束で使います．オリエント・コアの音がおかしいといわれるのは，このためです．

高性能コアといわれたハイB材，アモルファス材が軒並み不評だったのも同じ理由です．トロイダル・コアにはさらに問題があります．この点は後述します．



●右は今回染谷電子に特注したヒータ定電流点火用の電源トランス．ほぼ同一規格のものに比べて約4倍の大きさがある



〈第2図〉80VAをとり出すために好ましいトランスの考えかた．左のAC5A/DC3.5Aをとり出せる80VAの市販トランスは発熱がきわめて大きい．(B) の80VAトランスを2コ使って磁束密度を下げると電圧降下が大きい．望ましいのは右端の (C) となる

ラーに導き，下側のベース電流を補正するこの回路は，高精度Opアンプ Op-07から拝借したもので，とても具合がいい回路です．

3055のエミッタ抵抗は，カーボンや酸化金属皮膜形では不十分で，それなりの巻線抵抗を使わなくてはなりません．巻線といってもセメントやホーロー形はいけません．

整流用のダイオードは選別します．一定の電流を流して順方向電流 V_F を測って，相対値を揃えるのです．

4つ揃ったブリッジ整流は，負荷を与えてスイッチを入れると，それこそ瞬時に立ち上がりのオーバシュートやリンギングを起こしません．おもしろくて半日くらいスイッチをオン・オフして遊んでいました．

こういう状態はまちがいなく音に現われるものです．

TL-431ではなくNJM-431を使うのは，バラつきの小ささが気に入っているからです．なお，カソード・リファレンス間の抵抗値は最大10kΩにする必要があります（**第4図**）．リファレンス・アノード間の抵抗値によってシャント・レギュレータ電圧を決めなくてはなりません．

音は変わったか

斎木康順さんをそそのかし，まず6188用の定電流回路だけを入れ換えてEL-34 PPアンプで比較試聴してみました．パワー・トランスの負荷を変えないために，もともとの定電流回路には21 Ωの抵抗を接続して，新しい定電流回路につなぐことにしました．

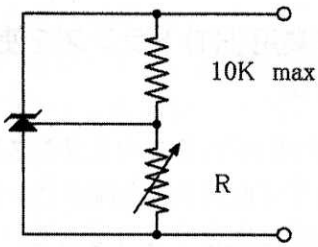
旧定電流回路は立ち上がりが安定しにくかったので，時間をかけて十分安定させてからある程度の時間聴き込んでおいて，ちゃんと音を記憶しておくのです．

新しい定電流回路には，試作の電源トランスがついています．磁束密度を最適値にしたうえで，1次側を2分割して2次側をはさみ込む，まるでOPTのような構造を持っています．しかも，小型ゆえにボビンを使っていながら，巻線間の耐電防止の策を施しているのです．また，コアに接するのがすべて1次巻線であり，コア間をそれぞれ静電シールドしているのです．

なお，一般に使われる静電シールドは効果が不十分で，**第5図**のように正しくシールドを行わねばなりません．

新しい定電流回路はスイッチ・オン直後に設定電流が安定します．一聴しただけで，レンジがグンと拡がって聴こえます．時間が経過しなくとも音は安定しています．

さらにEL-34を電流点火すると，



〈第4図〉NJM 431の使いかた

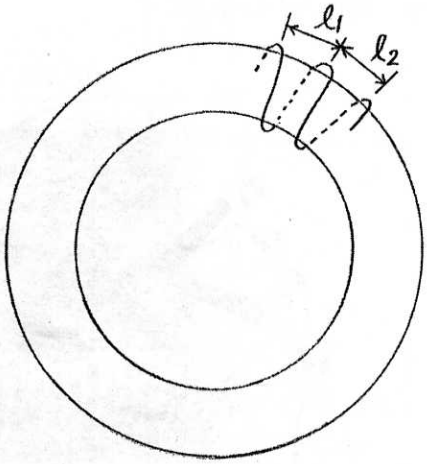
また音が一変しました．

パワー管を定電流点火した音は，もう傍熱管の音ではなく，古典管の直熱型でしか出せないといわれる音といってよいでしょう．いまのいままで消えていた音楽の肉声部やディテールが当り前のように聴こえてきます．

タマの差よりも点火方式の差が音には反映する，とここで断言しておきます．比較試聴にはいつでも応じます．信じられないかたは，まず，お聴きになられることをおすすめします．

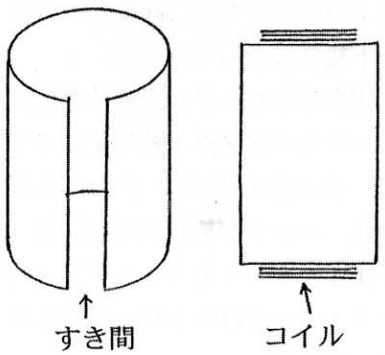
トロイダル・トランスはなぜ悪いか

電源トランスの音は，他のパーツや素子よりも音を変えます．トランジスタ回路用の電源トランスは，2次側が2巻線（センター・タップではなく）必要で，バランス巻きになっている必要があります．両波整流のた

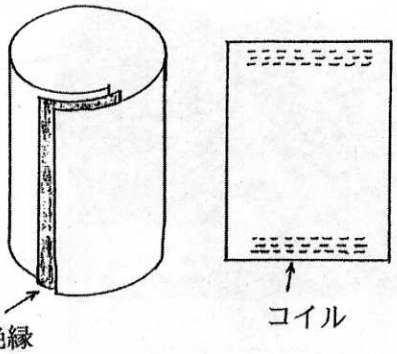


〈第6図〉トロイダル・トランスの巻線で $\ell_1\ell_2$ を揃えるのはむずかしく，特に重ね巻きでは期待できず，ラッシュ・カレントが大きくなる原因になる

（A）一般の方法



（B）正しいシールド



〈第5図〉一般的なシールドは不完全なものが多い．シールドはスキ間を作らず，かつ完全にコイルを覆わないといけない